

S3 1 PN="62-210415"
?t 3/5/1

3/5/1
DIALOG(R)File 347:JAPIO
(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02293515 **Image available**
OPTICAL PROJECTION SYSTEM FOR PRECISE COPYING

PUB. NO.: 62-210415 [JP 62210415 A]
PUBLISHED: September 16, 1987 (19870916)
INVENTOR(s): SATO TAKEO
ARAKI NOBUHIRO
KAWADA KOICHI
NOMURA NOBORU
UENO ATSUSHI
YOSHIDA SHOTARO
APPLICANT(s): MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [000582] (A Japanese Company
or Corporation), JP (Japan)
APPL. NO.: 61-054051 [JP 8654051]
FILED: March 12, 1986 (19860312)
INTL CLASS: [4] G02B-017/08
JAPIO CLASS: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment)
JOURNAL: Section: P, Section No. 673, Vol. 12, No. 71, Pg. 62, March
05, 1988 (19880305)

ABSTRACT

PURPOSE: To secure transmissivity in the ultraviolet-ray and far-ultraviolet-ray ranges and to obtain high resolution by coupling two couples of catadioptric optical systems consisting of a concave and a convex mirror member and a phase correcting member with each other and thus constituting one catadioptric optical system, and obtaining principal refracting power by a reflection system.

CONSTITUTION: A catadioptric optical system I on an object point side consists of a convex mirror 2, a concave mirror 3 which has an opening in the center, and a phase correcting plate 4, and an object 1 of projection is placed on the focal plane F of the optical system I. A catadioptric optical system II on an image point side consists of a phase correcting plate 4', a concave mirror 5 which has an opening in the center, and a convex mirror 6. Light emitted from one point of the object 1 of projection passes through the opening of the concave mirror 3 and is reflected by the convex mirror 2 toward the object 1 of projection and then reflected again by the concave mirror 3 to pass through the phase correcting plate 4. The light having passed through the phase correcting plate 4 becomes parallel light, which impinges on the phase correcting plate 4 and is reflected by the concave mirror 5 toward the object 1 of projection. Then, the light is reflected again by the concave mirror 5 to the opposite side from the object 1 of the projection and passes through the operating of the concave mirror 5 to form a projection image 7 in a plane perpendicular to a reference axis behind the concave mirror 5.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A) 昭62-210415

⑫ Int. Cl.⁴

⑬ 識別記号

⑭ 庁内整理番号

⑮ 公開 昭和62年(1987)9月16日

G 01 B 17/08

8106-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑯ 発明の名称 精密複写用投影光学系

⑰ 特 願 昭61-54051

⑱ 出 願 昭61(1986)3月12日

⑲ 発 明 者	佐 藤 健 夫	川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
⑲ 発 明 者	荒 木 信 博	川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
⑲ 発 明 者	河 田 耕 一	川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
⑲ 発 明 者	野 村 登	門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
⑲ 発 明 者	上 野 厚	門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
⑲ 発 明 者	古 田 正 太 郎	仙台市上杉1丁目10番23号
⑲ 出 願 人	松下電器産業株式会社	門真市大字門真1006番地
⑲ 代 理 人	弁理士 中尾 敏 男	外1名

明 細 書

1 発明の名称

精密複写用投影光学系

2 特許請求の範囲

- (1) 基準軸を中心に回転対称に位相補正部材と凸面鏡部材と中心に開口を備えた凹面鏡部材とを有するカタジオプトリック光学系2対が共軸上で入射軸を共有し、かつ位相補正部材に対して互いに相対するように結合され、物点側のカタジオプトリック光学系は物点から出た光が凹面鏡部材の開口を通過して凸面鏡部材で物点側に反射された後、凸面鏡部材で反射されて位相補正部材を通過するように配置され、像点側のカタジオプトリック光学系は入射光が位相補正部材を通過後、凹面鏡部材により位相補正部材側に反射され、さらに凸面鏡部材により位相補正部材とは反対側に反射され、凹面鏡部材の開口を通過し、基準軸とは直角面内で、かつ凹面鏡部材の後方に結像するように配置されていることを特徴とする精密複写用投影光学系。

(2) 共軸上で結合された2対のカタジオプトリック光学系がそれぞれ位相補正部材を有し、これらの位相補正部材が互いなる間隔を存するように配置されている特許請求の範囲第1項記載の精密複写用投影光学系。

(3) 共軸上で結合された2対のカタジオプトリック光学系が1個の位相補正部材で共用されている特許請求の範囲第1項記載の精密複写用投影光学系。

(4) 位相補正部材及び凹面鏡部材が非球面である特許請求の範囲第1項記載の精密複写用投影光学系。

(5) 共軸上で結合された2対のカタジオプトリック光学系の各々の口径比の比率が像倍率を与える特許請求の範囲第1項記載の精密複写用投影光学系。

3 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、紫外光、遠紫外光などの極短波長に用いるのに適する精密複写用投影光学系に関する

ものである。

従来の技術

従来の精密複写用投影光学系としては、例えば、特公昭57-12966号公報に示されているようにレンズによる屈折系から成るもの、特開昭55-17196号公報に示されているように反射系から成るものが知られている。

以下、図面を参照しながら従来の精密複写用投影光学系について説明する。

第5図に示すように屈折系から成る光学系においては、光学ガラスG及び光学結晶材Cから成る複設仕のレンズが用いられ、像倍率は1/10の縮小系である。

第7図に示すように反射系を用いた複写用投影光学系においては、物体0から出た光線が主鏡100、副鏡101、主鏡100の順に反射され、物体0と同一平面上に1/1の等倍の像1を形成するテレセントリック構成となっている。

発明が解決しようとする問題点

しかし前者においては、光学ガラスGにショッ

点Pに対して同心配置となっているため、球面収差、コマ収差、歪曲収差は良好に補正されているが、ランジュンシャル方向の非点収差が大きく、像面が湾曲する。そのためスリットを用い、ランジュンシャル方向、サジタル方向の非点収差が一致し、非点両差が0となる像高にて円状フィールドを作り、例えば半導体ウェーハ上にコストパターンを露光する場合には、物体0となるマスク、像面1となるウェーハを同時走査させて必要な投影フィールドを得、無収差に近い光学系を実現している。しかしながらこの反射光学系を縮小光学系に構成する場合には、第8図に示すようになり、テレセントリックを保ったままでは、主鏡100、主鏡102、副鏡101の総てが同心配置とならず、すなわち主鏡102と副鏡101をCを中心とした同心配置とすると主鏡100の中心はC'とずれるので、軸外収差が悪化する。さらに物体0と像1が同一平面上とならないため、マスクとウェーハを別々に走査し、しかも走査スピードをやはり像倍率の比だけ変える必要がある。走査ス

ト社製のUBK7のように特に紫外域の波長用に調製されたガラスを用いても、波長が280nmでは透過率が23%（硝材厚5mmの場合）と極端に低下する。一方、光学結晶材Cの内、 TiF_2 、 CaF_2 、 KCl 、合成水晶のように200nm付近の波長においても約80%の透過率が得られるものがあるが、大型の結晶材の入手が困難であり、加工性が非常に悪く、高精度の加工が難しい。また種類が限られるため、設計の自由度が小さくなる。そのため紫外域、あるいは遠紫外域の波長においては十分な収差補正を行うことができず、屈折材料のみにより光学系を構成するのは、著しく困難となる。

第6図は、第5図に示した縮小投影光学系の分光透過率を示す表であるが、これからも明らかにように使用波長が300nm以下では透過率がほぼ0となり、紫外域での使用は不可能である。

一方後者においては、反射鏡のみで構成されているため、使用波長に対する制約はない。しかし主鏡100、副鏡101は物体0、像1の軸上の

ビードの調達が投影時の像の歪となるため、精密に制御する必要があるが、投影像は微細となるため、非常に困難となる。従って第8図に示すような反射光学系を用いて縮小光学系を実現するのは、光学収差補正、及び機械的に問題がある。

そこで本発明は、上記問題を解決するもので、光の収収量を極力小さく抑え、紫外域、遠紫外域での透過率を確保することができ、また光学収差が小さく高解像を得ることができるようにした精密複写用投影光学系を提供しようとするものである。

問題点を解決するための手段

そして上記問題点を解決するための本発明の技術的手段は、基準軸を中心に回転対称に位相補正部材と凸面鏡部材と中心に開口を備えた凹面鏡部材とを有するカタジオプトリック光学系2対が共軸上で入射光を共用し、かつ位相補正部材に対して互いに相対するよう結合され、物点側のカタジオプトリック光学系は物点から出た光が凹面鏡部材の開口を通過して凸面鏡部材で物点側に反射

された後、凹面鏡部材で反射されて位相補正部材を通過するように配置され、像点側のカタジオプトリック光学系は入射光束が位相補正部材を通過後、凹面鏡部材により位相補正部材側に反射され、さらに凸面鏡部材により位相補正部材とは反対側に反射され、凹面鏡部材の開口を通過し、基準軸とは直角面内で、かつ凹面鏡後方に結像するように配置されたものである。

作用

上記技術的手段による作用は次のようになる。すなわち、被投影物体を物点側のカタジオプトリック光学系の焦平面上に置き、被投影物体から出る光を物点側のカタジオプトリック光学系により一旦平行光となし、像点側のカタジオプトリック光学系により集光し、像形成を行う。この時、物点側のカタジオプトリック光学系は一種のアフォーカルコンバータとしての働きをなし、有限距離に置かれた被投影物体からの光線の像点側カタジオプトリック光学系への入射角を小さく抑え、軸外の光学収差の発生量を低減する。

凸面鏡2及び凹面鏡3と、凸面鏡6及び凹面鏡5は各々入射軸Eの光軸A上の点Cを中心として同心配置となっている。また位相補正板4のL側(左側)、すなわち凸面鏡2側、位相補正板4'のR側(右側)、すなわち凸面鏡6側及び凹面鏡3、5は非球面である。

而して被投影物体1の1点から出た光は、凹面鏡3の開口を通過して凸面鏡2により被投影物体1側へ反射された後、再び凹面鏡3により反射され、位相補正板4を通過する。位相補正板4を通過した光は平行光となり、位相補正板4と僅かに隔して置かれた位相補正板4'に入射し、凹面鏡5により被投影物体1側へ反射され、その後、凸面鏡6により再度、被投影物体1とは反対側へ反射され、凹面鏡5の開口を通過し、基準軸とは直角面内で、かつ凹面鏡5の後方に投影像7を形成するようになっている。

次に本実施例における像倍率 β について第2図を参照しながら説明する。今、物体高を h_1 、像高を h_2 、カタジオプトリック光学系Iの焦点距

実施例

以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

第1図は本発明の第1実施例における精密複写用投影光学系を示す全体断面図である。

凸面鏡2、中心に開口を備えた凹面鏡3及び位相補正板4により物点側のカタジオプトリック光学系Iが構成されており、被投影物体1は、カタジオプトリック光学系Iの焦平面F上に置かれる。このカタジオプトリック光学系Iは被投影物体1に対し凹面鏡3、凸面鏡2、位相補正板4の順で配置されている。位相補正板4'、中心に開口を備えた凹面鏡5及び凸面鏡6により像点側のカタジオプトリック光学系IIが構成されている。このカタジオプトリック光学系IIは被投影物体1に対し位相補正板4'、凸面鏡6、凹面鏡5の順で配置されている。これらカタジオプトリック光学系IとIIは共軸上で入射軸Eを共有し、かつ僅かに離れて置かれた位相補正部材4、4'に対して互いに相対するように結合されている。

軸を f_1 、カタジオプトリック光学系IIの焦点距離を f_2 、光軸Aを基準とし、物体高 h_1 の位相補正板4の中心に対する角度を θ_1 、光軸Aを基準とし、像高 h_2 の位相補正板4'の中心に対する角度を θ_2 とすると、像倍率 β は次式で与えられる。

$$\beta = \frac{h_2}{h_1} = \frac{f_2 \cdot \tan \theta_2}{f_1 \cdot \tan \theta_1}$$

ここで、入射軸Eを位相補正板4'の頂点にあってあるため、 $\theta_1 = \theta_2$ となり、焦点距離の比 (f_2/f_1) が倍率 β を与える。換言すれば、入射軸Eを互いに共有し、その有効径が等しいため、互いの口径比の比が倍率 β を与えることになる。

そのため、理論解像限界を決定する全系(カタジオプトリック光学系I及びIIの結合として得られる)の口径比は、投影像側のカタジオプトリック光学系IIで決定され、被投影物体側のカタジオプトリック光学系Iの口径比には依存しないため、口径比を大きくでき、全系としての設計、加工は容易となる。

また、被投影物体1から出る光を、物点側のカタジオプトリック光学系Iにより一旦平行光となし、像点側のカタジオプトリック光学系IIにより集光し、像形成を行っているため物体側のカタジオプトリック光学系Iが一種のアフォーカルコンバータとしての働きをなし、有限距離に置かれた被投影物体1からの光線の像点側カタジオプトリック光学系IIへの入射角を小さく抑え、軸外の光学収差の発生量を低減することができる。

一方、各々のカタジオプトリック光学系I、IIは、入射瞳E中心点を中心として凹面鏡3、5、凸面鏡2、6を同心配置としているため、コマ収差、非点収差、歪曲収差の発生を最小とすることができる。また本発明のような一括投影光学系では、従来に比べると球面収差は大きくなるが、残存する球面収差は、上記のように位相補正板4、4'及び凹面鏡3、5を非球面化することにより除去することができる。

また上記のように被投影物体側のカタジオプトリック光学系I、投影像側のカタジオプトリック

r_1 は凸面鏡6の反射面の曲率半径、 r_2 は凹面鏡5の反射面の曲率半径、 d_1 は凸面鏡2の反射面と凹面鏡3の反射面との間隔、 d_2 は凹面鏡3の反射面と位相補正板4の入射側の面との間隔、 d_3 は位相補正板4の内厚、 d_4 は位相補正板4と4'の内隔、 d_5 は位相補正板4'の内厚、 d_6 は位相補正板4'の出射側の面と凸面鏡6の反射面との間隔、 d_7 は凸面鏡6の反射面と凹面鏡5の反射面との間隔、 n_1 は位相補正板4の屈折率、 n_2 は位相補正板4'の屈折率である。

非球面係数

サグ量Zを下式で表現した場合の係数

$$Z = \frac{Ch^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)C^2h^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10}$$

面	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
r_1	0	-1.67×10^{-11}	-4.08×10^{-16}	-3.42×10^{-21}	3.73×10^{-17}
r_2	0	-2.31×10^{-9}	-8.16×10^{-13}	-2.51×10^{-20}	8.64×10^{-26}
r_3	0	-2.88×10^{-7}	2.54×10^{-11}	1.96×10^{-15}	-1.69×10^{-19}
r_4	0	2.08×10^{-9}	1.27×10^{-12}	2.68×10^{-16}	-7.28×10^{-21}

但し、 $K = -e^2$ で、 e は離心率、 h は光線入射高

光学系IIは、独立に、軸上収差である球面収差、軸外収差であるコマ収差、非点収差、歪曲収差が補正されているため、全系として結合した場合においても十分低収差の光学系を実現している。

次に本発明の具体的実施例について説明する。
全系I(焦点距離): 100mm、有効Fナンバー(口径比): 1.3、使用波長: 200nm、倍率: 1/5

$r_1 = 322.342$	$d_1 = -120.170$	反射面
$r_2 = 442.512$ (非球面)	$d_2 = 442.512$	反射面
$r_3 = 0$ (非球面)	$d_3 = 5.935$	$n_1 = 1.560769$
$r_4 = 0$	$d_4 = 0.119$	
$r_5 = 0$	$d_5 = 5.935$	$n_2 = 1.560769$
$r_6 = 0$ (非球面)	$d_6 = 88.502$	
$r_7 = -88.502$	$d_7 = -24.034$	反射面
$r_8 = -64.468$ (非球面)		反射面

但し、第2図に示すように r_1 は凸面鏡2の反射面の曲率半径、 r_2 は凹面鏡3の反射面の曲率半径、 r_3 、 r_4 は位相補正板4の各面の曲率半径、 r_5 、 r_6 は位相補正板4'の各面の曲率半径、

A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} は各面 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 の非球面係数、 $C = 1/r$ で r は曲率半径である。

第3図に上記具体的実施例による球面収差、非点収差、歪曲収差を示す。

球面収差は熔融石英から成る非球面の位相補正板4、4'により大部分を除き残存している高次の球面収差を凹面鏡3、5によって完全に補正している。

非点収差、歪曲収差、コマ収差については、凹面鏡3、5及び凸面鏡2、6を入射瞳Eに関して同心配置とし、凸面鏡2、6は球面とし、各々凹面鏡3、6に対して軸外光の場合においてもコンセンリックであるように成し、収差量の発生を非常に微小なものとしている。しかも本実施例では屈折材料は位相補正板4、4'に用いている熔融石英のみであるため、 $\lambda = 200\text{nm}$ の波長においても60%以上の透過率が得られる。

次に本発明の第2実施例について説明する。本実施例においては第4図に示すように上記第1実

出例における2つの位相補正板4、4'を互いの平面部で結合して一体とし、若しくは予め一体に形成し、一つの位相補正部材4aにより2対のカタジオプトリック光学系1、1'に共用するようにしたものであり、その他の構成は上記第1実施例と同様である。本実施例においても上記第1実施例と同様の効果を得ることができる。

発明の効果

以上述べたように本発明によれば、凹面鏡部材、凸面鏡部材及び位相補正部材から成るカタジオプトリック光学系2対を位相補正部材を中心に共軸上で互いに対向するように結合し、一つのカタジオプトリック光学系を構成しているの、軸上の収差である球面収差は勿論のこと、軸外収差であるコマ収差、非点収差、歪曲収差を非常に小さく抑えることができ、高解像を得ることができる。また主たる屈折力を反射系で得ているため、使用する屈折材料は位相補正部材のみであり、紫外域、可視域、近紫外域での透過率を確保することができ、紫外域、可視域への適用が可能である。

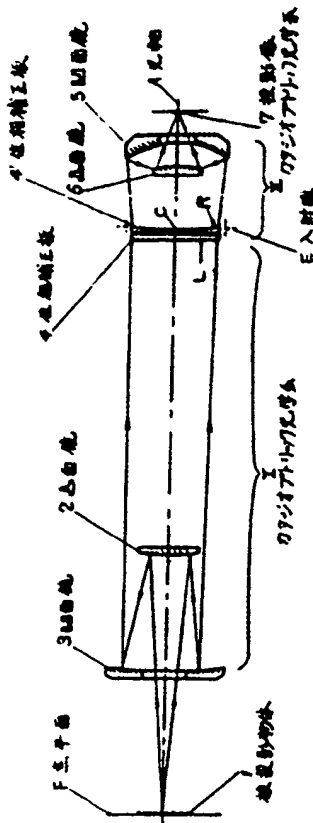
4. 図面の簡単な説明

第1図乃至第3図は本発明の一実施例における精密複写用投影光学系を示し、第1図は全体断面図、第2図は像倍率の説明図、第3図は収差図、第4図は本発明の第2実施例における精密複写用投影光学系の位相補正板の断面図、第5図は従来例の屈折系を用いた複写用縮小投影光学系の全体断面図、第6図は第5図に示した従来例の分光透過率を示す図、第7図は従来例の反射系を用いた複写用投影光学系の断面図、第8図は第7図に示した従来例を縮小系に変更した場合の想定概略図である。

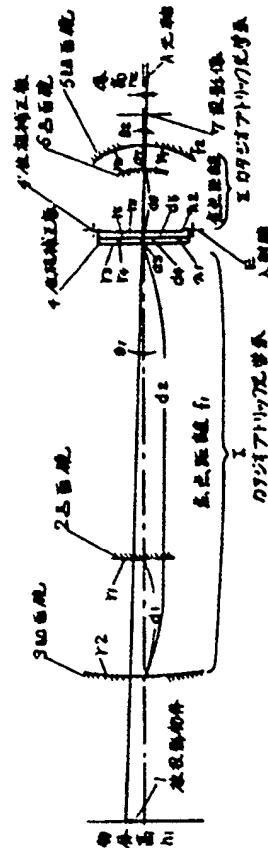
1…被投影物体、2…凸面鏡、3…凹面鏡、4、4'、4a…位相補正板、5…凹面鏡、6…凸面鏡、7…投影像、E…入射瞳、A…光軸。

代理人の氏名 弁理士 中 尾 敏 男 ほか1名

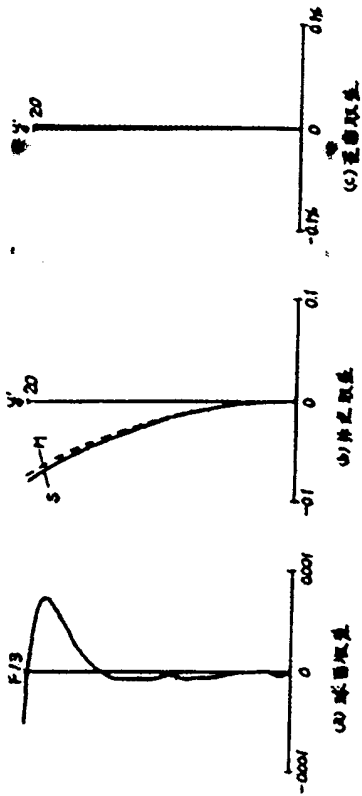
第1図



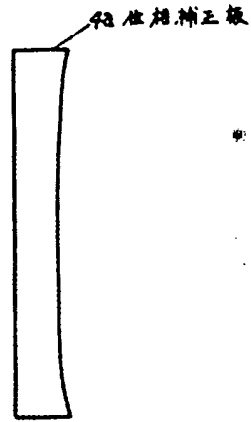
第2図



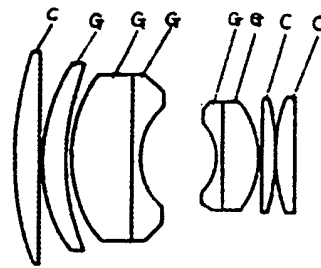
第 3 図



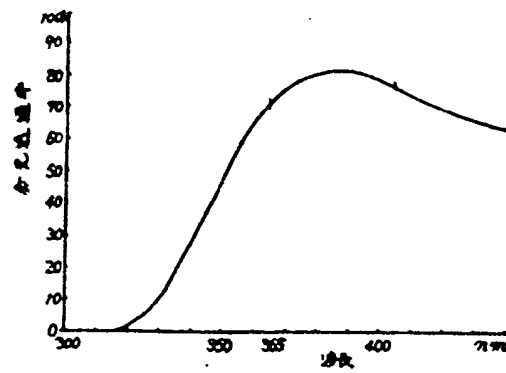
第 4 図



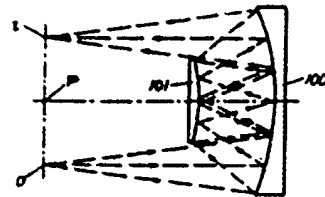
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図

